JIS B 9920 (2002) (Japanese): Classification of air cleanliness for cleanrooms

# クリーンルームの空気清浄度の評価方法

JIS B 9920 : 2002

(JACA/JSA)

(2008 確認)

平成 14 年 9 月 20 日 改正

日本工業標準調査会 審議

(日本規格協会 発行)

日本工業標準調査会標準部会 産業機械技術専門委員会 構成表

| | 氏名 | 所属 |
|---|---|---|
| (委員会長) | 岡 村 弘 之 | 東京理科大学 |
| | 朝 田 泰 英 | 財団法人電力中央研究所 |
| | 大 地 昭 生 | 日本内燃機関連合会 |
| | 大 湯 孝 明 | 社団法人日本農業機械工業会 |
| | 岡 崎 治 義 | 社団法人日本建設機械化協会 |
| | 重 久 吉 弘 | 財団法人エンジニアリング振興協会 |
| | 竹 原 敏 郎 | 農林水産省生産局 |
| | 筒 井 康 賢 | 独立行政法人産業技術総合研究所 |
| | 西 本 德 生 | 厚生労働省労働基準局 |
| | 橋 元 和 男 | 国土交通省総合政策局 |
| | 平 野 正 明 | 社団法人日本機械工業連合会 |
| | 藤 咲 浩 二 | 社団法人日本産業機械工業会 |
| | 松 山 新一郎 | 株式会社豊田自動織機 |
| | 宮 川 嘉 朗 | 社団法人全国木工機械工業会 |

主 務 大 臣：経済産業大臣　制定：昭和 50.5.1　改正：平成 14.9.20
官 報 公 示：平成 14.9.20
原 案 作 成 者：社団法人日本空気清浄協会
（〒103-0004　東京都中央区東日本橋一丁目 4-7　TEL 03-5833-7660）
財団法人日本規格協会
（〒107-8440　東京都港区赤坂 4 丁目 1-24　TEL 03-5770-1573）
審 議 部 会：日本工業標準調査会　標準部会（部会長　杉浦　賢）
審議専門委員会：産業機械技術専門委員会（委員会長　岡村　弘之）

この規格についての意見又は質問は，上記原案作成者又は経済産業省産業技術環境局 標準課産業基盤標準化推進室（〒100-8901　東京都千代田区霞が関 1 丁目 3-1）にご連絡ください。

なお，日本工業規格は，工業標準化法第 15 条の規定によって，少なくとも 5 年を経過する日までに日本工業標準調査会の審議に付され，速やかに，確認，改正又は廃止されます。

# まえがき

この規格は，工業標準化法第 14 条によって準用する第 12 条第 1 項の規定に基づき，社団法人日本空気清浄協会(JACA)／財団法人日本規格協会(JSA)から，工業標準原案を具して日本工業規格を改正すべきとの申出があり，日本工業標準調査会の審議を経て，経済産業大臣が改正した日本工業規格である。

これによって，**JIS B 9920**：1989 は改正され，この規格に置き換えられる。

改正に当たっては，日本工業規格と国際規格との対比，国際規格に一致した日本工業規格の作成及び日本工業規格を基礎にした国際規格原案の提案を容易にするために，**ISO 14644-1**：1999，Cleanrooms and associated controlled environments—Part 1：Classification of air cleanliness を基礎として用いた。

この規格の一部が，技術的性質をもつ特許権，出願公開後の特許出願，実用新案権，又は出願公開後の実用新案登録出願に抵触する可能性があることに注意を喚起する。主務大臣及び日本工業標準調査会は，このような技術的性質をもつ特許権，出願公開後の特許出願，実用新案権，又は出願公開後の実用新案登録出願にかかわる確認について，責任はもたない。

**JIS B 9920** には，次に示す附属書がある。

**附属書 A（参考）** 清浄度クラス（**表 1**）のグラフ表示

**附属書 B（規定）** 光散乱式粒子計数器による清浄度クラスの評価方法

**附属書 C（規定）** 粒子濃度測定結果の統計処理

**附属書 D（参考）** 対象粒径範囲外にある粒子濃度の表示法

**附属書 E（規定）** 逐次サンプリングによる評価法

**附属書 1（参考）** **JIS** と対応する国際規格との対比表

# 目　次

日本工業規格　　JIS B 9920：2002

# クリーンルームの空気清浄度の評価方法

## Classification of air cleanliness for cleanrooms

**序文**　この規格は，1999年に第1版として発行された**ISO 14644-1**, Cleanrooms and associated controlled environments—Part1：Classification of air cleanlinessを翻訳し，技術的内容を変更して作成した日本工業規格である。

なお，この規格で点線の下線を施してある箇所は，原国際規格を変更している事項である。変更の一覧表をその説明を付けて，**附属書1**に示す。

**1.　適用範囲**　この規格は，クリーンルーム及びこれに関連する制御された環境（以下，クリーンルーム施設という。）における空気清浄度の浮遊微粒子濃度によるクラス分類及びその評価法について規定する。分類は，粒径0.1 μm～5 μmの範囲における粒径以上の累積個数濃度によって行う。ただし，粒径0.1 μm未満の超微粒子と5 μmを超える粗大粒子については，それぞれU表示，M表示で表すことができる。

このクラス分類は，浮遊微粒子の物理的，化学的性質を特徴付けるために用いてはならない。また，この規格で規定する粒径と上限濃度との関係は，クラス分類を行うためのもので，実際の粒径分布を表すものではない。

**備考**　この規格の対応国際規格を，次に示す。

なお，対応の程度を表す記号は，**ISO/IEC Guide 21**に基づき，IDT（一致している），MOD（修正している），NEQ（同等でない）とする。

**ISO 14644-1**：1999, Cleanrooms and associated controlled environments—Part1：Classification of air cleanliness (MOD)

**2.　引用規格**　次に掲げる規格は，この規格に引用されることによって，この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は，その最新版（追補を含む。）を適用する。

**JIS B 9921**　光散乱式自動粒子計数器

**JIS Z 8101-1**　統計―用語と記号―第1部：確率及び一般統計用語

**JIS Z 8122**　コンタミネーションコントロール用語

**3.　定義**　この規格で用いる主な用語の意味は，**JIS Z 8122**, **JIS B 9921**及び**JIS Z 8101-1**によるほか，次による。

**3.1　一般**

**3.1.1　清浄度クラス(classification of air cleanliness)**　クリーンルームに適用される浮遊微粒子による空気清浄度の等級。クラスNで表され，対象となる粒径に対する上限濃度（空気1 $m^3$当たり粒子数）を示す。

**備考1.**　空気清浄度の等級は，**4.2**の式(1)による$N$で表し，クラスNと表記する。

**2.**　クラス1～クラス9までが適用範囲である。

3. 清浄度の等級として，中間クラスを用いることができ，最小の区切りを 0.1 とする。すなわち中間クラスは，クラス 1.1～クラス 8.9 まで表記することができる。

4. クラスは，施工完了時，製造装置設置時及び通常運転時のクリーンルームの占有状態（**3.4** 参照）のいずれにおいても適用できる。

**3.2 浮遊微粒子(airborne particle)**

**3.2.1 粒径(particle size)** 浮遊微粒子の測定装置によって計測される球体の相当直径。

**備考** 光散乱式自動粒子計数器では，浮遊微粒子の粒径は光散乱相当径である。

**3.2.2 粒径分布(particle size distribution)** 粒径の関数としての粒子累積濃度。

**3.2.3 超微粒子(ultrafine particle)** 粒径 0.1 µm 未満の粒子。

**3.2.4 粗大粒子(macroparticle)** 粒径 5 µm を超える粒子。

**3.2.5 繊維状粒子(fibre)** アスペクト比が 10 以上である粒子。

**3.3 粒径範囲以外の粒子濃度の表示方法(descriptors)**

**3.3.1 U 表示(U discriptor)** 超微粒子を含む空気 1 $m^3$ 当たりの浮遊微粒子濃度の表示方法。

**3.3.2 M 表示(M discriptor)** 空気 1 $m^3$ 当たりの粗大粒子濃度の表示方法。

**3.4 占有状態(occupancy states)**

**3.4.1 施工完了時(as-built)** 施工が完了し，設備が接続され，クリーンルーム施設が運転されているが，生産のための装置，器具，作業者のない状態。

**3.4.2 製造装置設置時(at-rest)** 施工が完了し，クリーンルーム施設が運転されており，生産のための装置が設置され，使用者と供給者との協議による状態の運転が行われているが，作業者がいない状態。

**3.4.3 通常運転時(operational)** 設備が指示どおりに機能しており，指示どおりの人数が適切な方法で活動している状態。

**3.5 その他**

**3.5.1 95 %上側信頼限界(UCL)** クリーンルーム施設での測定粒子濃度の空間の平均と標準偏差から，母集団の濃度をスチューデント t 分布によって危険率 5 %で推定した濃度値。測定点数 2～9 の場合に用いる。

**3.5.2 局所平均粒子濃度** 測定点における時間平均粒子濃度。

**3.5.3 空間平均粒子濃度** 測定点における時間平均粒子濃度の空間平均値。

**3.5.4 逐次サンプリング評価方法** 各測定点の計測を連続的に行い，測定した累積粒子数とサンプリング空気量から期待される参照値との比較によって清浄度クラスの適否を判定する方法。清浄度クラス 4 又はそれより清浄な空間に利用できる。

**3.5.5 上限参照値** 逐次サンプリング評価方法で用いられる，式(E.1)で示される粒子個数。不適合の判定に利用される。

**3.5.6 下限参照値** 逐次サンプリング評価方法で用いられる，式(E.2)で示される粒子個数。適合の判定に利用される。

**3.5.7 期待される累積粒子数** 逐次サンプリング評価方法で用いられる，式(E.3)で示され上限濃度，累積サンプリング空気量から算出される粒子個数の期待値。

**3.5.8 計測される累積粒子数** 逐次サンプリング評価方法で用いられる，計測値の累積個数

## 4. 清浄度クラス

**4.1 占有状態** クリーンルームの清浄度クラスは，3 種類の占有状態，すなわち“施工完了時”，“製造装置設置時”又は“通常運転時”のうち一つ以上の状態で定義される(**3.4** 参照)。

**4.2　クラス数**　浮遊微粒子の清浄度は，クラス数 $N$ で指定される。それぞれの対象粒径 $D$ の上限濃度 $C_n$ は，次の式で定義される。

$$C_n = 10^N \times \left(\frac{0.1}{D}\right)^{2.08} \quad \cdots\cdots (1)$$

ここに，　$C_n$：　浮遊微粒子の上限濃度（空気 1 m$^3$当たり）。粒径 $D$ 以上の粒子を対象とする。
$C_n$ は，有効数字 3 けたとし，端数は切捨てとする。
$N$：　クラス数。1～9。中間クラスは 1.1～8.9。
$D$：　測定粒径（μm）。
0.1：　定数（μm）。

**表 1** に清浄度クラスと測定粒径ごとの上限濃度を示す。**附属書図 A.1** は，**表 1** をグラフで表示したものである。表中にない中間クラス及び測定粒径の場合には，上限濃度 $C_n$ は式(1)による。

**表 1　清浄度クラス**

| 清浄度クラス($N$) | 上限濃度（個/m$^3$） | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 測定粒径 | | | | | |
| | 0.1 μm | 0.2 μm | 0.3 μm | 0.5 μm | 1 μm | 5 μm |
| クラス 1 | 10 | 2 | | | | |
| クラス 2 | 100 | 24 | 10 | 4 | | |
| クラス 3 | 1 000 | 237 | 102 | 35 | 8 | |
| クラス 4 | 10 000 | 2 370 | 1 020 | 352 | 83 | |
| クラス 5 | 100 000 | 23 700 | 10 200 | 3 520 | 832 | 29 |
| クラス 6 | 1 000 000 | 237 000 | 102 000 | 35 200 | 8 320 | 293 |
| クラス 7 | | | | 352 000 | 83 200 | 2 930 |
| クラス 8 | | | | 3 520 000 | 832 000 | 29 300 |
| クラス 9 | | | | 35 200 000 | 8 320 000 | 293 000 |

**備考**　有効数字 3 けた以内の濃度データを使用して，分類レベルを決定する。

**4.3　清浄度に関する仕様の表記**　クリーンルームにおける浮遊微粒子の清浄度に関する仕様の表記には，次の項目を含めるものとする。

**a)**　“クラス $N$”で表示されるクラス数

**b)**　占有状態

**c)**　対象粒径及びその上限濃度

**例**　クラス 4；通常運転時；0.2 μm(2 370 個/m$^3$)，1 μm(83 個/m$^3$)

対象粒径は，当事者間の協議によって決定される。

対象粒径が複数の場合，2 粒径の比は 1.5 倍以上でなければならない。

**例**　$D_2 \geqq 1.5 \times D_1$

ここに，$D_1$，$D_2$：対象粒径

## 5.　空気清浄度の実証

**5.1　原則**　使用者が指定した空気清浄度（清浄度クラス）の実証は，使用者と供給者との合意に基づく，文書化した試験手順によって実施され，試験結果と試験条件とを記した報告書を提示することによってなされる。

**5.2　試験**　実証するための評価の方法は，**附属書 B** による。同等の精度をもつ代替方法を規定することも可能であるが，方法が指定されていない場合及び同意に至らなかった場合は，参照試験方法を採用しなければならない。ただし，クラス 4 から清浄な清浄度クラスの評価では，**附属書 E** に示す逐次サンプリングによることができる。

実証試験には，校正された機器を使用しなければならない。

**5.3　浮遊微粒子上限濃度**　**附属書 B** の方法によって試験を終了した後，平均粒子濃度及び必要に応じて 95 %上側信頼限界を，**附属書 C** を用いて算出する。**附属書 C** の式（C.1）によって算出した平均粒子濃度は，**4.3 c)**で合意した対象粒径に対して，**4.2** の式(1)によって算出した上限濃度を超えてはならない。また，測定点数が 2～9 の場合，**附属書 C** の式（C.3）に従って算出した 95 %上側信頼限界は，上限濃度を超えてはならない。

**附属書 E** の方法に従い試験を終了した場合，すべての測定点で上限濃度を超えてはならない。

対象粒径が複数の場合は，クラス決定のための粒子濃度は，同じ方法で測定しなければならない。

**5.4　試験結果**　クリーンルーム施設における試験結果は，記録し，報告書として提出しなければならない。報告書には，浮遊微粒子の仕様清浄度クラスに対する適合又は不適合を明記するとともに，次の内容が含まれなければならない。

**a)**　試験機関の名称，所在地，試験実施日

**b)**　**JIS** 及び **ISO** 番号及び発効（行）年

　　**例**　**JIS B 9920**：2002［**ISO 14644-1**：1999（E)］

**c)**　試験対象のクリーンルーム施設の位置（必要であれば隣接部分の情報を含む）及びすべての測定位置の情報

**d)**　クリーンルーム施設における清浄度クラス，占有状態及び対象粒径に関する合意仕様事項

**e)**　試験方法の詳細情報　特別の試験条件及び除外条件並びに使用した装置及び機器の校正証明書

**f)**　試験結果の詳細　すべての測定点の粒子濃度データを含む。

　　**備考**　超微粒子又は粗大粒子の濃度を**附属書 D** に従って測定した場合，関連する情報を報告書に表記しなければならない。

**6.　粒子計測試験及び試験頻度**　空気中浮遊微粒子の清浄度クラスを保証するために，クリーンルーム施設を定期的に試験することが必要である。試験条件を**表 2** に示す。

**表 2　粒子計測試験及び試験頻度**

| 清浄度クラス | 最大試験間隔 | 試験の方法 |
|---|---|---|
| クラス 5 より清浄なクラス | 6 か月 | **附属書 B** |
| クラス 5 を超えるクラス | 12 か月 | **附属書 B** |

**備考 1.**　粒子計測試験は，通常，クリーンルーム施設の通常運転時で実施する。また，指定された清浄度クラスの分類に従い，製造装置設置時でも実施することがある。

**2.**　クリーンルーム施設において，浮遊微粒子濃度と差圧とを連続的又は多頻度（60 分以内）でモニタリングしている場合では，最大試験間隔を協議のうえ延長することができる。この場合には，仕様範囲内を示すモニタリングの結果を記録として保管しておくことが必要である。

# 附属書 A（参考）清浄度クラス（表 1）のグラフ表示

**図 A.1** は，本体の**表 1** に示した清浄度クラスのグラフ表示であるが，表示目的だけに使用する。**表 1** のクラスは，対象の限界粒径に対する上限濃度を示すものである。その数値は，**4.2** の式(1)によって算出される。図中の線は，単に上限濃度を近似したものであり，上限値の決定には使用してはならない。グラフに示されたクラスの線の両端は，クラスの最大と最小粒子径とを示したものである。範囲を超えて外挿してはならない。クラスの線は，実際のクリーンルーム施設の粒径分布を示すものではない。

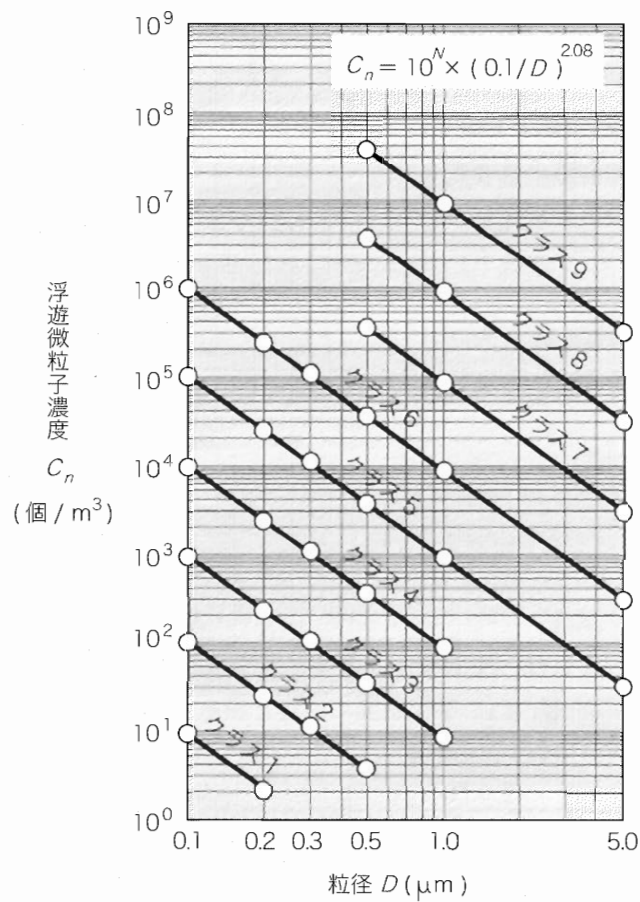



**図 A.1　清浄度クラスの上限濃度のグラフ**

# 附属書B（規定）光散乱式粒子計数器による清浄度クラスの評価方法

**B.1 原則** 清浄度クラスを評価するためには，設定された測定点における対象粒径以上の浮遊粒子濃度を，粒子計数器を用いて測定する。粒子計数器は個々の浮遊微粒子について粒径別に計数できなければならない。

## B.2 測定器の要件

**B.2.1 粒子計数器** 使用する粒子計数器は，対象の清浄度クラスの適切な粒径範囲の粒子濃度を検出できる粒径弁別機能をもつ，空気中の粒子の個数と粒径の表示又は記録ができなければならない。適切なサンプリング機構を備えていることが必要である。原則として，光散乱式粒子計数器（**JIS B 9921** に規定する光散乱式自動粒子計数器をいう。）を使用する。

**B.2.2 機器校正** 測定器は，有効な校正証明書を備えていなければならない。校正の頻度及び方法は，現在容認されている要綱に基づくことが望ましい。

## B.3 予備試験の条件

**B.3.1 試験の準備** 清浄度試験に先立ち，クリーンルーム施設の運転性能が完全であり，かつ，運転特性が仕様どおりに機能していることを確認するため，予備試験を行う。

予備試験の例を，次に示す。

**a)** 風量又は風速試験

**b)** 差圧試験

**c)** 誘引リーク試験

**d)** 設置されたフィルタのリーク試験

試験頻度を規定する予備試験の項目は，使用者と供給者との協議による。一般には，**表 B.1** とする。

**表 B.1 予備試験の項目と頻度**

| 試験項目 | 最大試験間隔 |
|---|---|
| 風量又は風速試験([1]) | 12 か月 |
| 差圧試験([2]) | 12 か月 |

**注**([1]) 風量は，気流速度又は空気流量の測定法によって求められる。

([2]) この試験は，全体として閉じられていない空間の清浄区域には適用しない。

**備考 1.** これらの試験は，通常，指定された清浄度クラスに応じて，通常運転時又は製造装置設置時に実施する。

**2.** 予備試験を要するクリーンルーム施設において，浮遊微粒子濃度と差圧とを連続的又は多頻度（60 分以内）でモニタリングしている場合では，最大試験間隔を協議の下に延長することができる。この場合には，仕様範囲内を示すモニタリングの結果を記録として保管しておくことが必要である。

**B.3.2 予備試験の機器立上げ** 使用説明書に従って，機器を立上げ，予備校正を行う。

## B.4 サンプリング

**B.4.1 測定位置の確定** 次の式(B.1)によって，測定点数の最少値を求める。

$$NL = \sqrt{A} \quad \cdots\cdots \quad (B.1)$$

ここに， $NL$： 測定点数の最少値（整数表示）

$A$： クリーンルーム施設の面積（$m^2$）

**備考1.** 一方向水平流形の場合，面積 $A$ は風向に直角な断面積と考えてよい。

サンプリング位置は，クリーンルーム施設の測定面内に均等に配置し，高さは，作業面高さとする。

使用者が，サンプリング点数の増加を指示した場合は，その数及び位置を協議のうえ文書化しなければならない。

**2.** 追加される測定点は，不可欠でリスク分析に基づいた測定点の場合がある。

**B.4.2 測定点における測定当たりの最少サンプリング空気量の決定** 各測定点における最少サンプリング空気量は，式(B.2)による最少サンプリング空気量 $V_s$ 以上とし，サンプリング時間は最少1分間，かつ，サンプリング空気量は最少 $2\times10^{-3}m^3$ を満たさなければならない。

$$V_s = 1\ 000 \times 20/C_{n,m} \quad \cdots\cdots \quad (B.2)$$

ここに， $V_s$： 測定点における最少サンプリング空気量（$10^{-3}\ m^3$）

$C_{n,m}$： 当該仕様クラスにおける最大対象粒径に対する濃度上限値（個/$m^3$）

20： 粒子濃度がクラス上限値の場合に計数が期待される粒子数

**備考1.** $V_s$ は，各測定点における対象粒子径の中の最大粒径の粒子濃度が，選定された清浄度クラスの上限値において，最少粒子数である20個が検出されると推定される空気量である。

**2.** $V_s$ が非常に大きい場合，サンプリングに要する時間は相当なものとなろう。逐次サンプリング法（**附属書E**参照）を利用することによって，必要なサンプルリング空気量，及びサンプリング時間を減じることができる。

**B.4.3 サンプリングの手順**

**B.4.3.1** 使用説明書及び機器校正の証明書に従い，粒子計数器(**B.2.1**)を立ち上げる。

**B.4.3.2** サンプリング吸入端を上流に向けて置く。非一方向流又は気流方向が不確定若しくは予測できない場合は，サンプリング吸入端は上向きに設置する。

**B.4.3.3** 各サンプリング点において**B.4.2**で決定した最少サンプリング空気量以上をサンプリングする。

**B.4.3.4** **B.4.1**で求めた測定点が1点だけの場合，その測定点で3回以上サンプリングする。

## B.5 結果の記録

### B.5.1 各測定点における平均粒子濃度

**B.5.1.1** 当該空気清浄度クラスに適合した対象粒径（複数）を本体**3.3**によって，各々の濃度として測定値を記録する。

**備考** 95 %上側信頼限界の計算を行う前に，**B.6.1**による必要要件を考慮するのが望ましい。

**B.5.1.2** 測定点が1点の場合，各対象粒径に対する測定値の平均値を計算し記録する。

**B.5.1.3** 測定点において2以上サンプリングがされた場合は，**附属書C**の**C.2**の手順に従って，個々の測定粒子濃度から各々の対象粒子径における平均粒子濃度を計算する（**B.5.1.1**）。

### B.5.2 95 %上側信頼限界（UCL）の計算の必要な条件

**B.5.2.1** 測定点数が2以上で9以下の場合，**附属書C**の**C.3**に規定する手順に従い，全測定点数の平均粒子濃度(**B.5.1**)から，平均の全平均，標準偏差，及び95 %上側信頼限界を計算する。

**B.5.2.2** 測定点が 1 点の場合及び測定点が 9 点を超える場合には，95 %上側信頼限界の計算は不要である。

## B.6 結果の解釈

**B.6.1 クラスへの適合条件** 各測定点において測定された平均粒子濃度，及び必要な場合 **B.5.2** の計算された 95 %上側信頼限界が，**4.2** の上限値を超えていないならば，当該クリーンルーム施設は設定された空気清浄度クラスに適合しているとみなされる。

試験結果が設定された空気清浄度クラスに適合しない場合，更に追加された均等に配置された測定点において再試験を行うことができる。追加された測定点のデータを含めた，再計算の結果に基づき決定される。

**B.6.2 異常値の扱い** 95 %上側信頼限界の計算結果は，設定された清浄度クラス上限値に適合しない場合がある。誤りがあるとおもわれる測定（不適切な手順又は測定器の故障による。）によって検出された異常に高い 1 点の粒子濃度値又は異常に低い粒子濃度値（例外的な清浄空気の吸引）によって不適合となった場合，その異常値は，次の条件を満たした場合には計算から除くことができる。

**a)** 残りのすべての測定点を用いて再計算ができる。

**b)** 少なくとも，計算に必要な 3 個の測定値が残っている。

**c)** この計算から，1 点の測定値以外は排除されない。

**d)** 誤りがあるとおもわれる測定又は低濃度測定値の推測される理由が明記され，使用者と供給者とが了承している。

# 附属書 C（規定）粒子濃度測定結果の統計処理

**C.1 適用範囲** この統計処理は測定に伴うランダムな誤差要因だけを対象とするものであり，測定器の校正不良などに起因する非ランダムな誤差要因を対象としてはいない。

**C.2 各測定点における局所平均粒子濃度($\overline{x_i}$)の算出** 各測定点において複数回のサンプリングを行った場合には，その測定点における局所平均粒子濃度は，次の式(C.1)によって算出する。すべての測定点において 2 回以上のサンプリングを行い，式(C.1)によって局所平均粒子濃度を算出する。

$$\overline{x_i} = \frac{x_{i,1} + x_{i,2} + \Lambda + x_{i,n}}{n} \quad \cdots\cdots \text{(C.1)}$$

ここに，$\overline{x_i}$： 測定点 $i$ における局所平均粒子濃度
$x_{i,1} \sim x_{i,n}$： 測定点 $i$ におけるサンプリングごとの粒子濃度
$n$： 測定点 $i$ でのサンプリング回数

**C.3 95 %上側信頼限界の算出**

**C.3.1 原則** この手法は，測定点が 2～9 か所の場合に適用される。式(C.1)によって算出した局所平均粒子濃度を用いて以下の計算を行う。

**C.3.2 空間平均粒子濃度($\overline{\overline{x}}$)の算出** 次の式(C.2)によって，空間平均粒子濃度を算出する。

$$\overline{\overline{x}} = \frac{(\overline{x_1} + \overline{x_2} + \Lambda + \overline{x_m})}{m} \quad \cdots\cdots \text{(C.2)}$$

ここに，$\overline{\overline{x}}$： 空間平均粒子濃度
$\overline{x_1} \sim \overline{x_m}$： 式(C.1)によって計算した，各測定点での局所平均粒子濃度
$m$： 測定点の数

すべての測定点での局所平均粒子濃度は，測定点のサンプリング回数にかかわらず同様の重みとする。

**C.3.3 空間粒子濃度の標準偏差の算出** 空間粒子濃度の標準偏差は，次の式(C.3)によって求める。

$$s = \sqrt{\frac{(\overline{x_1} - \overline{\overline{x}})^2 + (\overline{x_2} - \overline{\overline{x}})^2 + \Lambda + (\overline{x_m} - \overline{\overline{x}})^2}{(m-1)}} \quad \cdots\cdots \text{(C.3)}$$

ここに，$s$：空間粒子濃度の標準偏差

**C.3.4 95 %上側信頼限界(UCL)の算出** 95 %上側信頼限界(UCL)は，次の式(**C.4**)によって求める。

$$95\,\%\mathrm{UCL} = \overline{\overline{x}} + t_{(m-1,0.95)}\left(\frac{s}{\sqrt{m}}\right) \quad \cdots\cdots \text{(C.4)}$$

ここに，$t_{(m-1,0.95)}$：95 %上側信頼限界の係数

95 %上側信頼限界の係数 $t_{(m-1,0.95)}$は，スチューデント t 分布に基づき，**表 C.1** に示す。

**表 C.1 95 %上側信頼限界の係数**

| 測定点の数 ($m$) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7~9 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $t_{(m-1,0.95)}$ | 6.3 | 2.9 | 2.4 | 2.1 | 2.0 | 1.9 |

# 附属書 D（参考）対象粒径範囲外にある粒子濃度の表示法

**D.1 基本方針** 対象粒径範囲が 0.1 µm 未満又は 5 µm を超える場合には，必要に応じて U 表示，M 表示による清浄度レベルを使用してもよい。そのような粒子の最大許容濃度と試験方法の選択は，使用者と供給者との協議事項である。

**D.2 粒径 0.1 µm 未満の超微粒子―U 表示**

**D.2.1 適用** 対象粒径が 0.1 µm 未満の超微粒子を測定する場合には，適切なサンプリング装置と測定手順を用いる必要がある。

測定位置の最少値は，**B.4.1** に従って決める。また，最少サンプリング空気量 $V_s$ は，2 リットル（**B.4.2**）とする。

**D.2.2 U 表示の形式** 超微粒子に対する清浄度レベルである U 表示は，単独で用いてもよいし，空気中浮遊粒子の清浄度クラスに対する補足として用いてもよい。U 表示は，次の形式で表す。

U（$x$；$y$）

ここに，　$x$： 超微粒子の最大許容濃度（個/m³），

$y$： 測定最小粒径［計数効率 50 %］（µm）

**例** U(140 000；0.01 µm)：0.01 µm 以上の超微粒子の最大許容濃度が，140 000 個/m³ である清浄度レベルを表す。

**D.3 粒径 5 µm を超える粗大粒子―M 表示**

**D.3.1 適用** 対象粒径が 5 µm を超える粗大粒子を測定する場合には，適切なサンプリング装置と測定手順を用いる必要がある。粗大粒子の場合には，粒子の密度，形状，体積及び空気力学的挙動のような要因を考慮に入れる必要がある。また，粗大粒子には，繊維状粒子など特定要素に着目する場合もある。

**D3.2 M 表示の形式** 粗大粒子に対する清浄度レベルである M 表示は，単独で用いてもよいし，空気中浮遊粒子の清浄度クラスに対する補足として用いてもよい。M 表示は，次の形式で表す。

M（$a$；$b$）；$c$

ここに，　$a$： 粗大粒子の最大許容濃度（個/m³），

$b$： 測定対象粒径［等価径］（µm）

$c$： 測定方法

**備考** 繊維状粒子の場合，”$M_{fibre}$(a;b);c”と表示する。

**例1.** M(10 000；>5 µm)；タイムオブフライト粒子計数器：タイムオブフライト粒子計数器で粒径 5 µm を超える粗大粒子濃度を測定した清浄度レベルが 10 000 個/m³ であることを表す。

**例2.** M(1 000； 10～20 µm)；カスケードインパクタ及び顕微鏡法：カスケードインパクタ及び顕微鏡法で粒径 10～20 µm の粗大粒子濃度を測定した清浄度レベルが 1 000 個/m³ であることを表す。

# 附属書 E（規定）逐次サンプリングによる評価法

**E.1 適用範囲** 逐次サンプリング評価法は，評価する清浄度クラスがクラス 4 又はそれより清浄なクラスの場合に適用してもよい。

## E.2 評価方法

**E.2.1 参照値** 逐次サンプリングによる評価方法は，計測した累積粒子数とサンプリング空気量から期待される参照値との比較によって行われる。

上限と下限とを表す参照値は，次の式によって求められる（**図 E.1** 参照）。

サンプリング空気量から期待される累積粒子数は，式（E.3）による。

$$C_H = 3.96 + 1.03E \quad \text{(E.1)}$$

$$C_L = -3.96 + 1.03E \quad \text{(E.2)}$$

$$E = V \cdot t \cdot C_n \quad \text{(E.3)}$$

ここに，
$C_H$： 上限参照値(個)
$C_L$： 下限参照値(個)
$E$： サンプリング空気量から期待される累積粒子数(個)
$V$： サンプリング流量($m^3/s$)
$t$： サンプリング時間(s)
$C_n$： 浮遊微粒子の上限濃度(個/$m^3$)

**E.2.2 図 E.1 による判定方法** 計測される累積粒子数と期待される累積粒子数とを**図 E.1** にプロットし，次の条件まで測定を続け判定する。

**a)** 計測された累積粒子数が下限参照値よりも小さいときには，サンプリングされたその空気は，指定清浄度クラス又は濃度限界を満足し，サンプリングはその時点で終了とする。

**b)** 計測された累積粒子数が上限参照値又は 20 を超えたときには，サンプリングされた空気は，指定清浄度クラス又は濃度限界を満足しないとし，サンプリングはその時点で終了とする。

**c)** 計測された累積粒子数が上限値と下限値との間にある限り，サンプリングは期待される累積粒子数 20 まで続けられる。

**d)** 期待される累積粒子数が 20 になった時点で，計測された累積粒子数が 20 以下の場合，指定清浄度クラス又は濃度限界を満足したとする。

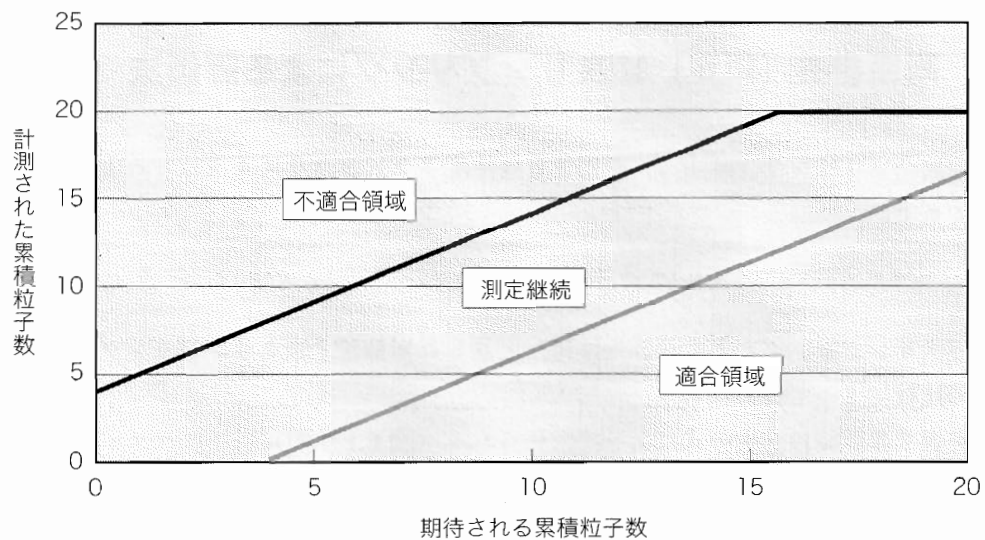



**図 E.1　逐次サンプリング方法による合否の領域**

# 附属書1（参考）JISと対応する国際規格との対比表

| **JIS B 9920**：2001　クリーンルームの空気清浄度の評価方法 | | | | | **ISO 14644-1**：1999　クリーンルームと関連制御環境（パート 1 空気清浄度） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (Ⅰ)**JIS**の規定 | | (Ⅱ)国際規格番号 | (Ⅲ)国際規格の規定 | | (Ⅳ)**JIS** と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容<br>表示箇所：本体，附属書<br>表示方法：点線の下線 | | (Ⅴ)**JIS** と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策 |
| 項目番号 | 内容 | | 項目番号 | 内容 | 項目ごとの評価 | 技術的差異の内容 | |
| 1 | 適用範囲 | **ISO 14644-1** | 1 | 適用範囲 | IDT | | |
| 2 | 引用規格 | | | | MOD/追加 | | 関連 **JIS** の追加 |
| 3 | 定義 | | 2 | 定義 | IDT | | |
| 3.1 | 一般 | | 2.1 | 一般 | IDT | | |
| | | | 2.1.1 | クリーンルーム | MOD/削除 | | **JIS Z 8122** に内容が含まれる。 |
| | | | 2.1.2 | クリーンゾーン | MOD/削除 | | **JIS Z 8122** に内容が含まれる。 |
| | | | 2.1.3 | 施設 | MOD/削除 | | **JIS Z 8122** に内容が含まれる。 |
| 3.1.1 | 清浄度クラス | | 2.1.4 | 清浄度クラス | IDT | | |
| 3.2 | 浮遊微粒子 | | 2.2 | 浮遊微粒子 | IDT | | |
| | | | 2.2.1 | 粒子 | MOD/削除 | | **JIS Z 8122** に内容が含まれる。 |
| 3.2.1 | 粒径 | | 2.2.2 | 粒径 | IDT | | |
| | | | 2.2.3 | 粒子濃度 | MOD/削除 | | **JIS Z 8122** に内容が含まれる。 |
| 3.2.2 | 粒径分布 | | 2.2.4 | 粒径分布 | IDT | | |
| 3.2.3 | 超微粒子 | | 2.2.5 | 超微粒子 | IDT | | |
| 3.2.4 | 粗大粒子 | | 2.2.6 | 粗大粒子 | IDT | | |
| 3.2.5 | 繊維状粒子 | | 2.2.7 | 繊維状粒子 | IDT | | |
| 3.3 | 粒径範囲以外の粒子濃度の表示方法 | | 2.3 | 粒径範囲以外の粒子濃度の表示方法 | IDT | | |
| 3.4 | 占有状態 | | 2.4 | 占有状態 | IDT | | |
| | | | 2.5 | 役割分担 | MOD/削除 | | **JIS Z 8122** に内容が含まれる。 |

| (I)**JIS** の規定 | | (II)国際規格番号 | (III)国際規格の規定 | | (IV)**JIS** と国際規格との技術的差異の項目ごとの評価及びその内容<br>表示箇所：本体，附属書<br>表示方法：点線の下線 | | (V)**JIS** と国際規格との技術的差異の理由及び今後の対策 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 項目番号 | 内容 | | 項目番号 | 内容 | 項目ごとの評価 | 技術的差異の内容 | |
| 3.5 | その他 | | | | MOD/追加 | | 附属書 E を規定としたことに関連し追加 |
| 4 | 清浄度クラス | | 3 | 清浄度クラス | IDT | | |
| 5 | 空気清浄度の実証 | | 4 | 空気清浄度の実証 | MOD/選択 | | 附属書 E を規定とした。 |
| 6 | 粒子計測試験及び試験頻度 | | | | MOD/追加 | | クリーンルームを維持，管理するためには，粒子計測試験と試験頻度とを明確にしておく事が必要であり，**ISO 14644-2** の 4.2 の内容を追加した。 |
| 附属書 A (参考) | 清浄度クラス(表 1)のグラフ表示 | | 附属書 A (参考) | 清浄度クラス（表 1）のグラフ表示 | IDT | | |
| 附属書 B (規定) | 光散乱粒子計数器による清浄度クラスの評価方法 | | 附属書 B (規定) | 光散乱粒子計数器による清浄度クラスの評価方法 | MOD/追加 | | 予備試験に当たっては，予備試験項目と頻度を明確にしておくことが必要であり，**ISO 14644-2** の 4.2 の内容を追加した。 |
| 附属書 C (規定) | 粒子濃度測定結果の統計処理 | | 附属書 C (規定) | 粒子濃度測定結果の統計処理 | IDT | | |
| | | | 附属書 D (参考) | 清浄度クラス計算例 | MOD/削除 | | 計算例は規格上特に必要としないため，計算例は不要とした。 |
| 附属書 D (参考) | 対象粒径範囲以外にある粒子濃度の表示法 | | 附属書 E (参考) | 対象粒径範囲以外にある粒子濃度の表示法 | IDT | | |
| 附属書 E (規定) | 逐次サンプリングによる評価法 | | 附属書 F (参考) | 逐次サンプリングによる評価法 | MOD/変更 | | **JIS B 9920**：1989 では評価方法として逐次サンプリング法を規定しており，これとの継続性をもたせるため，参考ではなく規定として採用した。 |

JIS と国際規格との対応の程度の全体評価：MOD

**備考1.** 項目ごとの評価欄の記号の意味は，次のとおりである。

— IDT ・・・・・・・・・技術的差異がない。

— MOD/削除・・・・国際規格の規定項目又は規定内容を削除している。

— MOD/追加・・・・国際規格にない規定項目又は規定内容を追加している。

— MOD/変更・・・・国際規格の規定内容を変更している。

— MOD/選択・・・・国際規格の規定内容と別の選択肢がある。

**2.** **JIS** と国際規格との対応の程度の全体評価欄の記号の意味は，次のとおりである。

— MOD ・・・・・・・・国際規格を修正している。

JIS B 9920 : 2002

# クリーンルームの空気清浄度の評価方法
# 解　説

この解説は，本体及び附属書に規定・記載した事柄，並びにこれらに関連した事柄を説明するもので，規格の一部ではない。

この解説は，財団法人日本規格協会が編集・発行するものであり，この解説に関する問合せは，財団法人日本規格協会へお願いします。

**1.　改正の経過**　クリーンルームの清浄度の評価方法は，従来，米国連邦規格 209 を準用してきた。この規格，**JIS B 9920** は，1975 年に（クリーンルーム中における浮遊微粒子測定方法）として制定されたが，1989 年の **JIS B 9920** 改正によって，（クリーンルーム中における浮遊微粒子の濃度測定方法及びクリーンルームの空気清浄度の評価方法）として，我が国としての空気清浄度の基準が作成された。一方，クリーンルーム関連の国際基準である **ISO** の基準作成は，技術委員会 TC209 が組織され検討されている。これはジュネーブ及びチューリッヒで開催された ICCCS(International Confederation of Contamination Control Societies)の SPCC (Standard and Practice Coordination Committee)での検討を基に 1993 年に設置されている。TC の責任者は米国 ANSI(American National Standards Association)，技術的な事務局は IES(現 IEST：Institute of Environmental Sciences & Technology)である。我が国では ICCCS 設立当初からメンバーとして貢献している社団法人日本空気清浄協会(JACA：Japan Air Cleaning Association)が工業技術院からの委嘱事業として活動に参加している。現在 TC209 では**解説表 1** に示すような八つの WG が分担してドラフトの作成を進められている。空気清浄度については **ISO 14644-1** として 1999 年に基準として交付された。

クリーンルームの清浄度の **ISO** 基準が制定されたのを受け，平成 12 年，工業技術院からの委託によって社団法人日本空気清浄協会に **JIS B 9920** 改正原案作成委員会（末尾構成表参照）を組織し，**JIS B 9920** の見直しを行い，**ISO** の基準パート 1 を基し作業を行い，パート 2 の内容も一部含め，新しい基準“クリーンルームの空気清浄度の評価方法”として改正された。

**解説表 1　クリーンルーム関連 ISO 基準作成項目（案を含む）**

**ISO 14644**　Cleanrooms and associated controlled environments

- Part 1：Classification of air cleanliness (ISO)
- Part 2：Specifications for testing and monitoring to prove continued compliance with **ISO 14644-1** (ISO)
- Part 3：Metrology and test methods (CD)
- Part 4：Design, construction and start up of facilities (ISO)
- Part 5：Operations (DIS)
- Part 6：Terminology (CD)
- Part 7：Separative enclosures (clean air hoods, glove boxes, isolators and mini-environments) (DIS)
- Part 8 Molecular cntamination (WD)

**ISO 14698**　Cleanrooms and associated controlled environments—Biocontamination control

― Part 1：General principles and methods (FDIS)

― Part 2：Evaluation and interpretation of biocontamination data (FDIS)

**2.　改正点の概要**

**2.1　適用範囲**　旧規格では，適用範囲をクリーンルームとしていたが，この規格ではクリーンルーム及び関連制御環境とし，適用範囲を拡張した。

**2.2　清浄度クラス及び対象粒径**　旧規格では，清浄度クラスの範囲を 1～8 と規定していたが，この規格では清浄度の低い方へ 1 クラス拡張し，クラス 1～9 までを対象クラスとした。クラス規定 0.1 の区切りで中間のクラスの規定も設定できるようになった。

評価対象粒径は，旧規格では 0.1～5 μm の範囲であったが，この規格では対象粒径も拡張され 0.1 μm より小さい粒径に対しては，U 表示することによって設定でき，5 μm 以上の粒径に対しては M 表示を用いることによって評価対象粒径とすることができるようになった。

**2.3　測定点の数**　旧規格では，測定点数の最少点数を 6 点とし，最多点数を 20～30 点と定めたが，この規格では，測定点数をクリーンルーム面積又は気流通過面積の平方根として求める方法を採用した。具体的には，計算された平方根を切り上げて整数として測定点数を求める方法であり，最少点数は 1 点である。

**2.4　測定回数**　旧規格の“正規の評価方法”では測定点における測定回数を最低 3 回と規定していた。この規格では測定点数 1 点の場合は測定回数は最低 3 回必要であるが，測定点数 2 点以上の場合は，測定回数は最低 1 回と変更された。

**2.5　評価方法**　旧規格では，“正規の評価方法”及びクラス 4 以上清浄なクラスでは“逐次サンプリング評価方法”も使用できた。この規格も旧規格“正規の評価方法”に相当する“光散乱式粒子計数器による清浄度クラスの評価方法”（以後，“附属書 B 法”とする）とクラス 4 以上清浄なクラスでは“逐次サンプリング評価方法”が適用できる。

この“附属書 B 法”の評価方法は，測定点数によって 3 種類に区分される。測定点数 1 点の場合は，最低 3 回測定し，その平均値がクラス上限濃度以下であれば，適合と判定される。また，測定点数が 10 点以上の場合，各測定点で 1 回以上測定し，各測定点における平均値がクラス上限濃度以下であれば，適合と判定される。測定点数が 2～9 点の場合，旧規格“正規の評価方法”と同様の 95 %上側信頼限界が計算され，各測定点の平均濃度及びこの 95 %上側信頼限界が上限濃度以下であれば，適合と判断される。以上のように，測定点数の数によって計算体系が異なっている。旧規格では，測定点数が 10 以上でも，95 %上側信頼限界の上限濃度以下を，適合の条件の一つとしていたが，今回，95 %上側信頼限界による評価を不要とした。

逐次サンプリング評価方法は，旧規格では，計測された粒子数を，ポアッソン分布に従うとして評価線図が作成されていたが，この規格ではより単純化された，ワルドミニマックス法によって評価線図が作成された。

**2.6　予備試験**　旧規格では，規定されていなかったが，この規格では“清浄度の評価”の信頼性を向上させるために，清浄度試験に先立ち，予備試験，すなわち a. 風量又は風速試験，b. 差圧試験，c. 誘引リーク試験，d. 設置されたフィルタのリーク試験を行い，仕様どおりクリーンルームが運転されていることの確認を義務づけた。

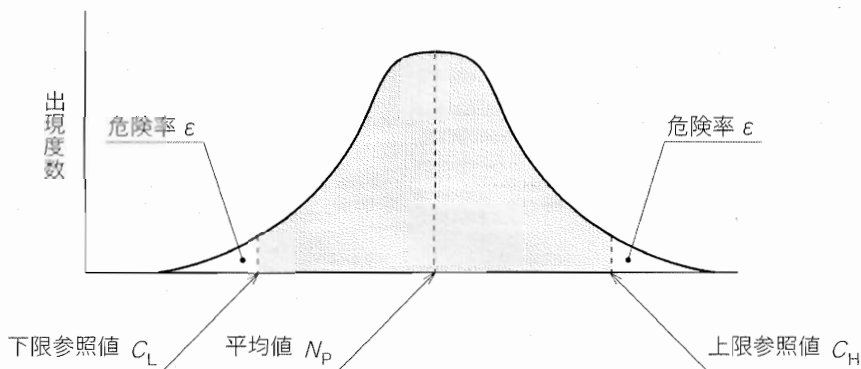
**2.7　粒子計測試験及び試験頻度**　クリーンルームの空気清浄度クラスを検証するために実施する，空気中浮遊微粒子計測の試験条件（試験頻度や試験方法）は，指定される清浄度クラスに応じて，**表 2** のように示される。この試験条件は，**ISO 14644-2**, Cleanrooms and associated controlled environments Part 2:

Specifications for testing and monitoring to prove continued compliance with **ISO 14644-1**（**ISO 14644-1** を検証するための試験及びモニタリングの仕様書）を基に規定された。すなわち，粒子計測試験の頻度（試験間隔）は，清浄度クラス 5 以下の清浄なクリーンルームでは，最大 6 か月ごとに，また，清浄度クラス 5 を超えるクリーンルームでは，最大 12 か月ごとに，通常運転時，又は，製造装置設置時に，**附属書 B** に示される方法によって試験されなければならない。ただし，対象とするクリーンルームなどにおいて，浮遊微粒子濃度と差圧が，連続的に，若しくは，多頻度（60 分以内）にモニタリングされている場合には，前述の最大試験間隔を 24 か月まで延長することができる。また，**附属書 B** で規定する浮遊微粒子の計測試験に先立ち必要とされる，予備試験の条件（試験項目と試験頻度）についても，上記と同様に，**ISO 14644-2** に基づき，**表 B.1** に示すように規定されている。すなわち，すべての清浄度クラスのクリーンルームにおいて，通常運転時又は製造装置設置時に，風量又は風速試験，及び，差圧試験を，最大 12 か月ごとに，実施する。ただし，これらの予備試験は，対象とするクリーンルームなどにおいて，浮遊微粒子濃度と差圧が，連続的に，若しくは，多頻度（60 分以内）にモニタリングされている場合には，最大試験間隔を 24 か月まで延長することができる。

## 3.　逐次サンプリングによる評価法（附属書 E）の解説

**3.1　検出粒子数が少ない場合の問題点**　清浄度のクラス数が小さくなると，計測粒子数が少なくなり，値のばらつきが大きくなるため，クラス判定が難しくなる。計測粒子数の期待値が 20 以上となるようサンプリング空気量を確保するには，長い計測時間が必要となる。そこで清浄度がクラス 4 又はそれより清浄なクラスの場合に，統計的手法により短い時間で判定ができる逐次サンプリングによる評価法の適用が認められている。

**3.2　逐次サンプリング評価法の考え方**

a)　**粒子計数値の度数分布**　ある空気の計測を多数回行うと，**解説図 1** に示すような，粒子計数値の度数分布が得られる。

**解説図 1　粒子計数値の度数分布**

1 回当たりの計数値が小さい場合の分布は，母集団の平均値 $N_p$（すなわちサンプリング 1 回当たりの期待値）を中心とするポアソン分布となる。任意の $N_p$ に対して出現確率が危険率 $\varepsilon$（例えば，5 %）となる下限参照値 $C_L$，上限参照値 $C_H$ がポアソン分布から求められている。

**注**　下限参照値＝下側限界値，上限参照値＝上側限界値

**b)** **計測された粒子数による清浄度クラス検定**　上記の関係を利用すると，ある空気の 1 回の計測値から，その清浄度クラスを検定することができる。

まず清浄度クラスと計測された粒子数との間に，下記の仮説を立てる。

“1 回の粒子計測で，ある計測値が得られたとき，その計測値は平均値を $N_p$（目標清浄度クラスの上限濃度空気から計算される期待値）とする母集団から得られたものである。”

次に実際に計測を行い，計測値が $C_L$ 以下であれば，仮説は危険率 $\varepsilon/2$ で棄却されるので，その空気は目標清浄度クラス適合といえる。また，実際の計測値が $C_H$ 以上であれば，仮説は危険率 $\varepsilon/2$ で棄却されるので，母平均は $N_p$ 以上と推定され，清浄度クラス不適合といえる。

**c)** **逐次サンプリング**　計測値が $C_L$ と $C_H$ との間の値であれば，判定を下すことはできないので，再び計測を続行し，サンプル量を増やした有利な条件下で再度判定を繰り返す。この逐次サンプリングによる判定法は，対象空気が目標清浄度に対し十分な余裕をもっている場合に，測定時間を短縮できるメリットがある。

**3.3　Wald-Minimax 法の採用**　従来規格に採用されてきた逐次サンプリング評価法には，次の 2 種類が検討されている。

**a)** ポアソン分布に基づく信頼区間法　**JIS B 9920**（1989 年）に採用された方法

**b)** Wald-Minimax 法　米国 Fed.Std.209E(1992 年)に採用された方法。

**ISO 14644-1** の審議過程において，両方式が比較検討された。数学的には **a)** の方が原理的であるが，**b)** は，一次式で表せる簡便さをもっている。両方式を数値計算によって比較（文献 1）すると，両方式から求まる清浄度評価結果はかなり近いことから，式がより簡単な **b)** が採用された。これに伴い，新 **JIS** も Wald-Minimax 法を採用することとなった。

（文献 1）藤井，湯浅，今井田，西村，田村：クリーンルームにおける逐次検定法の特性，日本建築学会計画系論文集 第 455 号 pp17-22，1994.1

**3.4　従来 JIS 規格との相違点**

**a)** **方式**　“ポアソン分布に基づく信頼区間法”から“Wald-Minimax 法”に簡素化された。

**b)** **表現形式**　従来は数表と線図（曲線）で表されていたが，数式と線図（直線）で表されるようになった。

**c)** **線図の横軸**　従来は清浄度クラスごとに規定された“累積サンプリング空気量”を横軸としていたが，新しい **JIS** では“期待される累積粒子数”として，縦軸と単位（個）をそろえ，統計原理を分かりやすくした。

**3.5　式と図表の使い方（例題）**

**a)** **例題**

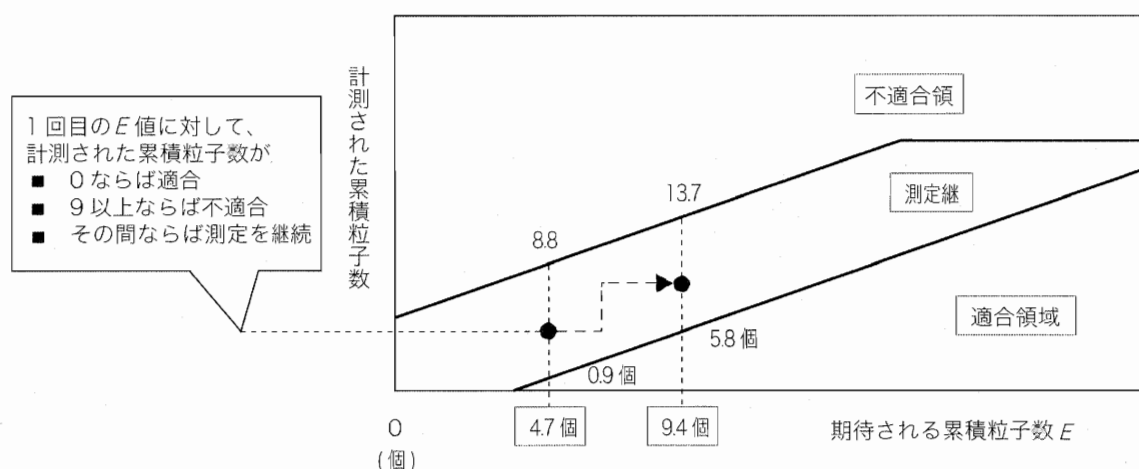
| （例題）対象空間が“クラス 3;対象粒径 0.1 μm（1 000 個/ m³）”に適合しているかどうかを，逐次サンプリング法で評価せよ。<br>ここで使用する粒子計数器の流量は V＝0.028 3 m³/min（0.000 472 m³/ s）（1 ft³ 機）とする。<br>評価はサンプリング時間 $t$ = 10 s ごとに行うものとする。 |
|---|

**b)** **計測前における参照値の計算**　**解説表 2** に計算結果を示す。①サンプリング時間 $t$ から②期待される累積粒子数（個）を求め，次に式又はグラフから，③上限参照値（個）及び④下限参照値（個）を求める。

**解説表 2　(例題) 流量 0.028 3 m³/min(1ft³ 機)でクラス 3 を評価する場合の上下限参照値**

| ① サンプリング時間（s） | ②期待される累積粒子数（個） | ③上限参照値（個）（この整数値以上ならクラス不適合） | ④下限参照値（個）（この整数値以下ならクラス適合） |
|---|---|---|---|
| $t$ | $E=V\cdot t\cdot C_n$ ＝累積流量・1 000（式 E.3） | $C_H=3.96+1.03E$（式 E.1） | $C_L=-3.96+1.03E$（式 E.2） |
| (1 回目)　10 | 4.7 | **9** (8.8) | **0** (0.9) |
| (2 回目)　20 | 9.4 | **14** (13.7) | **5** (5.8) |
| (3 回目)　30 | 14.2 | **19** (18.5) | **10** (10.6) |

**注**　括弧内が計算値であるが，粒子数は整数値として計測される。

**c)　計測時における逐次判定**　**解説図 2** に例題の条件下における計測例を示す。

**解説図 2　(例) 逐次サンプリング法でクラス 3 を評価する場合（流量 1 ft³ 機の計測器使用時）**

1 回目の期待値は 4.7 個であり，計測値が 0 個ならば適合，9 個ならば不適合と判定する。計測値がその中間である場合は，判定し兼ねるので，サンプリングを続行する。2 回目の測定までに計測される累積粒子数は増加するかもしれないが，期待値 $E$ も参照値も大きくなるため判定はされやすくなる。

サンプリングと評価は，適合又は不適合が確定するまで続ける。ただし，期待される累積粒子数 $E$ が 20 になった時点で，計測された累積粒子数が 20 以下の場合は適合と判定する。

## 4.　計算例

**ISO 14644-1**　Annex D に出てくる計算例を解説に追加しておく。

**ISO 14644-1**：1999（E）

**附属書 D**（参考）

清浄度クラス計算例

**D.1　例 1**

**D.1.1**　面積($A$)が 80 m² のクリーンルームを考える。規定された清浄度クラスとの適合性は通常運転時で決定されるものとする。規定されたクリーンルームの清浄度クラスは **ISO** クラス 5 である。

**D.1.2**　考慮する二つの粒子径は 0.3 μm($D_1$)と 0.5 μm($D_2$)である。

**a)**　上記の粒子径はいずれも **ISO** クラス 5[**3.3c**)と**表 1** 参照]の寸法範囲内にある：0.1μm≦0.3μm，0.5μ≦5 μm

**b)**　粒子径比の必要条件，$D_2$≧1.5$D_1$[**3.3c**)参照]を満たす：0.5 μm≧(1.5×0.3 μm=0.45 μm)

**D.1.3**　粒子濃度の上限値は，式(1)に従って計算される(**3.2** 参照)。

0.3 μm($D_1$)以上の粒子について：

$C_n=(0.1/0.3)^{2.08}\times 10^5=10\,176$ ………… (D.1)

端数を丸めて 10 200 個／m$^3$

0.5 μm($D_2$)以上の粒子について：

$C_n=(0.1/0.5)^{2.08}\times 10^5=3\,517$ ………… (D.2)

端数を丸めて 3 520 個／m$^3$

**D.1.4**　測定点の数は式(B.1)に従って求められる(**B.4.1.1** 参照)。

$N_L=\sqrt{A}=\sqrt{80}=8.94$(丸めて 9) ………… (D.3)

したがって，最少の測定点は 9 である。測定点の数が 10 以下であるから，**附属書 C** による 95 %UCL の計算が適用できる。

**D.1.5**　サンプリング空気量 $V_s$(リットル)は，式(B.2)に従って計算される(**B.4.2.1** 参照)。

$V_s=20\times 1\,000/C_{n,m}$ ………… (D.4)

$=20\times 1\,000/3\,517$

$=5.69$ リットル

この結果は 2 リットルより大きく，選定されたサンプリング空気量は 1 分間当たり 28 リットルであった(通常の光散乱式粒子計数器の流量)。

この選定は，次に基づく。

**a)**　$V_s>2$ リットル(**B.4.2.2** 参照)

**b)**　$C_{n,m}>20$ 個／m$^3$(**B.4.2.1** 参照)

**c)**　サンプル時間≧1 分(**B.4.2.2** 参照)

**D.1.6**　各測定点で，一回のサンプリング(28 リットル)を行う。測定値は，次に記録される(**B.5.1.1** 参照)。

| 測定点 | 粒子数(≧0.3 μm) | 粒子数(≧0.5 μm) |
|---|---|---|
| 1 | 245 | 21 |
| 2 | 185 | 24 |
| 3 | 59 | 0 |
| 4 | 106 | 7 |
| 5 | 164 | 22 |
| 6 | 196 | 25 |
| 7 | 226 | 23 |
| 8 | 224 | 37 |
| 9 | 195 | 19 |

**D.1.7**　生データ(**D.1.6**)から，1 m$^3$ 当たりの粒子数 $X_j$ が計算される。

| 測定点 | $X_j$≧0.3 μm | $X_j$≧0.5 μm |
|---|---|---|
| 1 | 8 750 | 750 |
| 2 | 6 607 | 857 |

| | | |
|---|---|---|
| 3 | 2 107 | 0 |
| 4 | 3 786 | 250 |
| 5 | 5 857 | 786 |
| 6 | 7 000 | 893 |
| 7 | 8 071 | 821 |
| 8 | 8 000 | 1 321 |
| 9 | 6 964 | 679 |

0.3 μm 及び 0.5 μm に対して計算された濃度は D.1.3 に定めた上限より小さい。これはクラス分けの最初の部分(**B.6.1**)を満足し，したがって**附属書 C** による 95 %UCL の計算に進むことができる。

**D.1.8**　各測定点でのサンプリングは一回であり，各点の平均粒子濃度を表しているので，式(C.1)による平均濃度の計算は必要としない(C.2 参照)。平均値の全体平均は，式(C.2)によって計算される(**C.3.2** 参照)。

0.3 μm 以上の粒子について：

$$x=(1/9)\times(8\,750+6\,607+2\,107+3\,786+5\,857+7\,000+8\,071+8\,000+6\,964) \quad \text{(D.5)}$$

$$=(1/9)\times 57\,142$$

$=6\,349.1$ 丸めて $6\,349$ 個／$m^3$

0.5 μm 以上の粒子について：

$$x=(1/9)\times(750+857+0+250+786+893+821+1\,321+679) \quad \text{(D.6)}$$

$$=(1/9)\times 6\,357$$

$=706.3$ 丸めて $706$ 個／$m^3$

**D.1.9**　全測定点における平均粒子濃度の標準偏差は，式(C.3)によって計算される(**C.3.3** 参照)。

0.3 μm 以上の粒子について：

$$s^2=(1/8)\times[(8\,750-6\,394)^2+(6\,607-6\,349)^2+(2\,107-6\,349)^2+(3\,786-6\,349)^2+(5\,857-6\,349)^2+(7\,000-6\,349)^2+(8\,071-6\,349)^2+(8\,000-6\,349)^2+(6\,964-6\,349)^2] \quad \text{(D.7)}$$

$$=37\,130\,073/8$$

$=4\,641\,259.1$ 丸めて $4\,641\,259$

$$s=\sqrt{4\,641\,259} \quad \text{(D.8)}$$

$=2\,154.4$ 丸めて $2\,154$ 個／$m^3$

0.5 μm 以上の粒子について：

$$s^2=(1/8)\times[(750-706)^2+(857-706)^2+(0-706)^2+(250-706)^2+(786-706)^2+(893-706)^2+(821-706)^2+(1\,321-706)^2+(679-706)^2] \quad \text{(D.9)}$$

$$=1\,164\,657/8$$

$=145\,582.1$ 丸めて $145\,582$

$$s=\sqrt{145\,582}$$

$=381.6$ 丸めて $382$ 個／$m^3$

**D.1.10**　95 %上側信頼限界(UCL)は，式(C.4)から計算される(**C.3.4** 参照)。平均値の数は $m$=9 であるから，**表 C.1** から t 分布は $t$=1.9 である。

$$95\,\%\text{UCL}(\geqq 0.3\ \mu\text{m})=6\,349+1.9(2\,154/\sqrt{9}) \quad \text{(D.11)}$$

$=7\,713.2$ 丸めて $7\,713$ 個／$m^3$

$$95\,\%\text{UCL}(\geqq 0.5\ \mu\text{m})=706+1.9(382/\sqrt{9}) \quad \text{(D.12)}$$

$=947.9$ 丸めて $948$ 個／$m^3$

**D.1.11**　結果の評価は **B.6.1** に従って行われる。**D.1.7** で，各測定点の粒子濃度は規定されたクラスの上限値よりも小さいことが示された。**D.1.10** で，95 %UCL の計算値も **D.1.3** で求めたクラスの上限値よりも小さいことが示された。

したがって，クリーンルームの浮遊微粒子の清浄度は，要求される等級を満足する。

**D.2　例 2**

**D.2.1**　この例は，95 %UCL の値が結果に及ぼす影響を示すために構成されている。

クリーンルームは，通常運転時で **ISO** クラス 3 の粒子清浄度と規定される。測定点の数は，5 と定められた。測定点の数が 1 以上で 10 以下であるから附属書による 95 %UCL の計算が適用できる。

一つの粒子径($D$≧0.1 μm)だけ考慮される。

**D.2.2**　**ISO** クラス 3 の 0.1 μm 以上における粒子濃度の上限は，**表 1** から求められる。

$C_n$(≧0.1 μm)＝1 000 個／$m^3$

**D.2.3**　各測定点で一回のサンプリングを行う(**B.5.1.1**)。各測定点の 1 $m^3$ 当たりの粒子数 $X_j$ が計算され，以下に記録される。

| 測定点 | $X_j$≧0.1 μm |
|---|---|
| 1 | 926 |
| 2 | 958 |
| 3 | 937 |
| 4 | 963 |
| 5 | 214 |

0.1 μm における濃度値はいずれも **D.2.2** に定められた上限値よりも小さい。この結果はクラス分けの最初の部分(**B.6.1**)を満足し，したがって，**附属書 C** による 95 %UCL の計算に進むことができる。

**D.2.4**　平均値の全体平均は，式(C.2)によって計算される(**C.3.2** 参照)。

$X$＝(1/5)×(926+958+937+963+214) ……………………………… (D.13)

＝3 998/5

＝799.6 丸めて 800 個／$m^3$

**D.2.5**　測定点の平均値の標準偏差は，式(C.3)によって計算される(**C.3.3** 参照)。

$s^2$＝(1/4)[$(926-800)^2+(958-800)^2+(937-800)^2+(963-800)^2+(214-800)^2$] ……………… (D.14)

＝429 574/4

＝107 393.5 丸めて 107 394

$s=\sqrt{107\,394}=327.7$ ……………………………… (D.15)

丸めて 328 個／$m^3$

**D.2.6**　95 %UCL は，式(C.4)よって計算される(C.3.4 参照)。

平均値の数は $m$=5 であるから，t 分布は**表 C.1** から $t$=2.1

95 %UCL＝$800+2.1(328/\sqrt{5})$ ……………………………… (D.16)

＝1 108 個／$m^3$

**D.2.7**　すべての測定点の粒子濃度は，規定されたクラスの上限値(**D.2.2**)よりも小さい。

しかしながら，95 %上側信頼限界の計算値は，クリーンルームの浮遊粒子の清浄度が規定された等級を満足しない。

この例は一個の中心値を離れた低い粒子濃度が 95 %UCL テストの結果に及ぼす影響を説明したもので

ある。

空気の清浄度クラスの不適合が 95 %UCL の適用によって生じ，一個の低い粒子濃度に起因するものであるから，不適合を撤回できるかどうかを決めるために，**B.6.2** に述べた手順に従ってもよい。

**JIS B 9920 原案作成委員会 構成表**

| | | 氏名 | 所属 |
|---|---|---|---|
| (委員長) | | 吉澤　晋 | 愛知淑徳大学 |
| | | 浅田敏勝 | 福井工業大学 |
| | | 榎原研正 | 産業技術総合研究所 |
| (分科会長) | ○ | 藤井修二 | 東京工業大学大学院 |
| | | 横地　明 | 東海大学工学部 |
| | | 佐々木　伸 | 経済産業省機械情報産業局 |
| | | 橋本　進 | 財団法人日本規格協会 |
| | ○ | 石井久元 | 日本アイビーエム株式会社 |
| | ○ | 鈴木良延 | 清水建設株式会社 |
| | ○ | 諏訪好英 | 株式会社大林組 |
| | ○ | 足立和美 | 株式会社日立製作所 |
| | ○ | 横幕博行 | 富士電機株式会社 |
| | ○ | 岡田孝夫 | 日本クリーンテック株式会社 |
| | ○ | 山路幸郎 | 株式会社テクノ菱和 |
| | ○ | 佐藤行成 | 株式会社日本カノマックス技術研究所 |
| | ○ | 川又　亨 | 日本エアーテック株式会社 |
| | ○ | 猿山政雄 | 近藤工業株式会社 |
| | ○ | 野崎雄幸 | 日本無機株式会社 |
| | ○ | 一条和夫 | リオン株式会社 |
| | ○ | 奥井敬造 | ニッタ株式会社 |
| | ○ | 三上壮介 | ミドリ安全株式会社 |
| (オブザーバ) | | 亀山貞治 | 経済産業省産業技術環境局 |
| (事務局) | ○ | 嶋津和雄 | 社団法人日本空気清浄協会 |

**備考**　○印は，分科会委員を兼ねる。

★内容についてのお問合せは，標準部標準調査課［FAX(03)3405-5541 TEL(03)5770-1573］へご連絡ください。

★JIS 規格票の正誤票が発行された場合は，次の要領でご案内いたします。

(1) 当協会発行の月刊誌“標準化ジャーナル”に，正・誤の内容を掲載いたします。

(2) 原則として毎月第 3 火曜日に，“日経産業新聞”及び“日刊工業新聞”の JIS 発行の広告欄で，正誤票が発行された JIS 規格番号及び規格の名称をお知らせいたします。

なお，当協会の JIS 予約者の方には，予約されている部門で正誤票が発行された場合，自動的にお送りいたします。

★JIS 規格票のご注文は，普及事業部カスタマーサービス課［TEL(03)3583-8002 FAX(03)3583-0462］又は下記の当協会各支部におきましてもご注文を承っておりますので，お申込みください。

JIS B 9920
クリーンルームの空気清浄度の評価方法

平成 14 年 9 月 30 日　第 1 刷発行

平成 15 年 8 月 10 日　第 2 刷発行

編集兼
発行人　坂 倉 省 吾

発 行 所

法人 日 本 規 格 協 会

〒107-8440　東京都港区赤坂 4 丁目 1-24

札幌支部　〒060-0003　札幌市中央区北 3 条西 3 丁目 1　札幌大同生命ビル内
TEL (011)261-0045　FAX (011)221-4020
振替：02760-7-4351

東北支部　〒980-0014　仙台市青葉区本町 3 丁目 5-22　宮城県管工事会館内
TEL (022)227-8336(代表)　FAX (022)266-0905
振替：02200-4-8166

名古屋支部　〒460-0008　名古屋市中区栄 2 丁目 6-1　白川ビル別館内
TEL (052)221-8316(代表)　FAX (052)203-4806
振替：00800-2-23283

関西支部　〒541-0053　大阪市中央区本町 3 丁目 4-10　本町野村ビル内
TEL (06)6261-8086(代表)　FAX (06)6261-9114
振替：00910-2-2636

広島支部　〒730-0011　広島市中区基町 5-44　広島商工会議所ビル内
TEL (082)221-7023，7035，7036　FAX (082)223-7568
振替：01340-9-9479

四国支部　〒760-0023　高松市寿町 2 丁目 2-10　JPR 高松ビル内
TEL (087)821-7851　FAX (087)821-3261
振替：01680-2-3359

福岡支部　〒812-0025　福岡市博多区店屋町 1-31　東京生命福岡ビル内
TEL (092)282-9080　FAX (092)282-9118
振替：01790-5-21632

Printed in Japan　SI

2009-04-13 SW

JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD

# Classification of air cleanliness for cleanrooms

JIS B 9920 : 2002

(JACA/JSA)

Revised 2002-09-20

**Investigated by**

**Japanese Industrial Standards Committee**

**Published by**

**Japanese Standards Association**

**定価 1,890 円（本体 1,800 円）**

**ICS** 13.040.35

**Reference number：JIS B 9920:**2002(J)